

MONOGRAF

**EFEKTIVITAS PERENCANAAN PRODUKSI DENGAN
PENDEKATAN DE NOVO PROGRAMMING**

IRIANI

UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

Judul:

EFEKTIVITAS PERENCANAAN PRODUKSI DENGAN
PENDEKATAN DE NOVO PROGRAMMING

Oleh:

Iriani

Diterbitkan pertama kali oleh:

UPN “Veteran” Jawa Timur

Surabaya 2012

Cetakan I tahun 2012

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini

Dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Desain cover : Pratama Wirya Atmaja

Editor : Bayu Satria Wiratama

Ukuran buku : 16 x 23 cm

ISBN 978-602-9372-30-4

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur kehadiran Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan monograf ini dengan judul: “Efektivitas Perencanaan Produksi Dengan Pendekatan De Novo Programming”.

Dalam pelaksanaan penelitian ini tidak lepas dari bantuan semua pihak, sehingga penelitian dapat diselesaikan. Maka untuk ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak/Ibu telah membantu penyelesaian monograf ini.

Penyusun berharap semoga monograf ini dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukan.

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN.....	1
II. PERENCANAAN PRODUKSI.....	3
2.1. Arti Perencanaan Produksi	3
2.2. Jenis – Jenis Perencanaan Produksi	5
2.3. Faktor – Faktor yang perlu Dipertimbangkan dalam Perencanaan produksi.....	6
III. LINEAR PROGRAMMING.....	9
3.1. Model Linier Programming	9
3.1.1 Metode Grafik.....	12
3.1.2 Metode Simpleks.....	13
3.1.3 Asumsi – Asumsi Dasar Linier Programming	16
IV. De Novo Programming.....	18
4.1. Penyelesaian De Novo Programming	18
V. PENGERTIAN BIAYA.....	25
5.1. Klasifikasi Biaya.....	25
5.2. Penggunaan dari Data Biaya.....	28
5.3. Penggolongan dari Biaya.....	28
5.4. Biaya dalam Hubungannya dengan Volume Produksi....	29
VI PENELITIAN TERDAHULU	32
VII PERENCANAAN PRODUKSI DENGAN KEADAAN RIIL PERUSAHAAN.....	33

7.1. Perencanaan Produksi dengan Keadaan Riil Perusahaan...	33
7.1.1 Perhitungan Laba.....	33
7.1.2 Produksi Riil dan Total Keuntungan Perusahaan.....	33
7.2. Perencanaan Produksi dengan Metode De Novo Programming.....	34
7.2.1 Penentuan Variabel Keputusan	34
7.2.2 Penentuan Fungsi Tujuan	34
7.2.3 Penetapan Fungsi Kendala	35
7.2.4 Penetapan Rencana Produksi model De Novo Programming	37
7.2.5 Penyelesaian Model De Novo Programming	38
7.2.6 Validasi Model De Novo programming	38
7.3 Perbandingan Hasil Profit.....	41
7.4 Analisa Perbedaan Kondisi Riil perusahaan dan Model De Novo Programming.....	42
VIII . KESIMPULAN.....	43
IX. DAFTAR PUSTAKA.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Data untuk Model Linier Programming	10
Tabel 2.	Table <i>Simplex</i> dalam Bentuk Simbol	14
Tabel 3.	Perbedaan Formulasi <i>Linier Programming</i> dengan <i>De Novo Programming</i>	20
Tabel 4.	Perbedaan Model <i>Linier Programming</i> dengan Model <i>De Novo Programming</i> ditinjau dari Masalah Mix Produk	23
Tabel 5.	Klasifikasi Biaya dalam Hubungannya dengan Produk	27
Tabel 6.	Keuntungan Masing – Masing Produk	33
Tabel 7.	Perbandingan <i>Profit Riil</i> Perusahaan dan Metode <i>De Novo Programming</i>	41
Tabel 8.	<i>Profit Riil</i> Perusahaan dan Metode <i>De Novo Programming</i>	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Diagram Alir Metode Simpleks	17
Gambar 2.	Diagram Alir Metode De Novo Programming	22

I. PENDAHULUAN

Dalam memasuki era pasar bebas, industri sebagai tempat untuk memberikan informasi produksi input/ masukan menjadi output/ keluaran (meliputi barang/ jasa) yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen, sering dihadapkan pada masalah-masalah yang kompleks dalam mengambil suatu keputusan untuk mencapai tujuan perusahaan. Salah satu tujuan tersebut adalah meminimalkan biaya produksi dan memaksimalkan laba yang diperoleh guna menjamin kelangsungan hidup perusahaan. Selain itu, metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan biasanya menyeleksi berbagai alternatif yang ada untuk dipilih alternatif yang terbaik dengan berdasarkan suatu kriteria yang bersifat tunggal atau ganda.

Dalam persaingan usaha, tujuan untuk mendapatkan laba adalah faktor yang utama. Dengan semakin meningkatnya permintaan pasar, maka PT. Varia Usaha Beton yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang *manufacturing industry* yang menghasilkan produk berupa berbagai jenis beton cetak (paving, batako, genteng, kanstein) maupun beton cair siap pakai, berusaha meningkatkan hasil produksinya agar mampu bersaing dalam memenuhi permintaan pasar tersebut.

Dalam memproduksi beton, di PT. Varia Usaha Beton selalu terdapat sisa bahan baku karena bahan baku yang digunakan selalu berlebih. Hal ini dianggap suatu pemborosan bagi perusahaan, karena diperkirakan penyebabnya adalah pada masalah perencanaan produksi yaitu menentukan jumlah tiap – tiap produk yang harus diproduksi dengan memperhatikan jumlah bahan baku yang dibutuhkan tanpa terjadi kelebihan atau sisa.

Dengan adanya masalah tersebut maka dilakukan penelitian dengan metode *De Novo Programming* dengan harapan dapat dilakukan perencanaan produksi sehingga diperoleh keuntungan yang maksimal. Pendekatan *De Novo Programming* dalam menyelesaikan masalah optimasi dilakukan dengan pendekatan sistem secara total, artinya selain menentukan kombinasi yang terbaik terhadap outputnya, juga dapat memberikan suatu usulan penggunaan sumber daya yang terintegrasi melalui anggaran yang tersedia. Pada metode *De Novo Programming* kendala sumber daya (bahan baku) akan disusun seefisien mungkin sehingga tidak menghasilkan sisa.

Dalam tulisan ini akan diuraikan mengenai perencanaan produksi, *linear programming*, *de novo programming* dan perencanaan produksi dengan metode *de novo programming* (formulasi, penyelesaian, validasi dan perbandingan).

II. PERENCANAAN PRODUKSI

2.1 Arti Perencanaan Produksi

PPC dapat diartikan sebagai proses untuk merencanakan dan mengendalikan aliran material yang masuk, mengalir dan keluar dari sistem produksi/operasi sehingga permintaan pasar dapat dipenuhi dengan jumlah yang tepat, waktu penyerahan yang tepat, dan biaya produksi yang minimum. Dari definisi di atas, maka pekerjaan yang terkandung dalam PPC secara garis besar dapat kita bedakan menjadi dua hal yang saling berkaitan yaitu : Perencanaan Produksi dan Pengendalian Produksi. (Sofjan Assauri,1993 :166)

Perencanaan merupakan salah satu fungsi manajemen. Dalam perencanaan ditentukan usaha-usaha atau tindakan-tindakan yang akan atau perlu diambil oleh pimpinan perusahaan untuk mencapai tujuan perusahaan, dengan mempertimbangkan masalah-masalah yang mungkin timbul di masa yang akan datang. Untuk dapat membuat perencanaan yang baik, maka perlu diperhatikan masalah *intern* dan *ekstern*. Masalah *intern* adalah masalah yang datangnya dari dalam perusahaan (masih dalam kekuasaan pimpinan perusahaan), seperti mesin yang digunakan, buruh yang dikaryakan, bahan yang diperlukan dan sebagainya. Sedangkan masalah *ekstern* adalah masalah yang datangnya dari luar perusahaan (di luar kekuasaan pimpinan perusahaan), seperti inflasi, kebijaksanaan, keadaan politik dan sebagainya. (Sofjan Assauri,1993 :166)

Barang yang direncanakan akan diproduksi pada suatu periode di masa depan harus memenuhi beberapa syarat yaitu :

- a. Bahwa barang tersebut harus dapat diproduksir atau dibuat pada waktu itu.
- b. Bahwa barang tersebut harus dapat dikerjakan dengan/oleh pabrik ini.
- c. Bahwa barang tersebut harus sesuai atau dapat memenuhi/dicocokkan dengan keinginan pembeli sesuai dengan ramalan baik mengenai harga, kuantitas, kualitas dan waktu yang dibutuhkan. (Sofjan Assauri,1993 :166)

Perencanaan produksi membutuhkan pertimbangan dan ketelitian yang terinci dalam menganalisis kebijaksanaan, karena perencanaan ini merupakan dasar penentuan bagi manajer dalam rangka mencapai tujuan perusahaan. Perencanaan produksi ini merupakan suatu fungsi yang menentukan batas - batas (*level*) dari kegiatan perusahaan pabrik di masa yang akan datang.

Perencanaan dapat dibedakan antara lain :

1. Perencanaan usaha yang bersifat umum (*general business planning*) adalah perencanaan kegiatan yang dijalankan oleh setiap perusahaan, baik perusahaan besar maupun kecil, untuk berhasil (sukses) nya perusahaan mencapai tujuan.

Dalam perencanaan ini ditentukan tujuan jangka panjang yang merupakan masa depan perusahaan yang diharapkan. Oleh karena itu perlu diperhatikan dan dipertimbangkan keadaan atau situasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan perusahaan di masa depan seperti situasi pasar, keperluan-keperluan pabrik (*plant requirement*) dan pengaruh saingan serta trend ekonomi.

2. Perencanaan produksi (*production planning*) adalah perencanaan dan pengorganisasian sebelumnya mengenai orang-orang, bahan-bahan, mesin-mesin dan peralatan lain serta modal yang diperlukan untuk memproduksi barang-barang pada suatu periode tertentu di masa depan sesuai dengan yang diperkirakan atau diramalkan.

Berdasarkan rencana-rencana produksi yang telah disusun, pimpinan perusahaan dapat menentukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Bilamana kegiatan produksi dimulai dan berapa banyak buruh/ pekerja yang dibutuhkan dalam kegiatan produksi tersebut
- b. Menentukan alat-alat dan perlengkapan/ peralatan yang diperlukan dalam proses produksi
- c. Tingkat persediaan yang dibutuhkan

Tujuan Perencanaan Produksi ini adalah :

1. Untuk mencapai tingkat/ level keuntungan (*profit*) yang tertentu. Misalnya berapa hasil (*output*) yang diproduksi supaya dapat dicapai tingkat/level profit yang diinginkan dan tingkat persentase tertentu dari keuntungan (*profit*) setahun terhadap penjualan (*sales*) yang diinginkan.
2. Untuk menguasai pasar tertentu, sehingga hasil atau output perusahaan ini tetap mempunyai pangsa pasar (*market share*) tertentu.
3. Untuk mengusahakan supaya perusahaan pabrik ini dapat bekerja pada tingkat efisiensi tertentu

4. Untuk mengusahakan dan mempertahankan supaya pekerjaan dan kesempatan kerja yang sudah ada tetap pada tingkatnya dan berkembang
5. Untuk menggunakan sebaik-baiknya (efisien) fasilitas yang sudah ada pada perusahaan yang bersangkutan. (Sofjan Assauri, 1993 : 167)

2.2 Jenis-jenis Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

1. Perencanaan produksi yang menyangkut kegiatan pada masa yang akan datang, dibuat berdasarkan panaksiran atau ramalan kegiatan yang ditentukan oleh ramalan penjualan pada masa yang akan datang

2. Perencanaan produksi mempunyai jangka waktu tertentu

Perencanaan produksi mempersiapkan tenaga kerja, bahan-bahan, mesin-mesin, dan peralatan lain pada waktu yang diperlukan Perencanaan Produksi yang terdapat dalam suatu perusahaan dapat dibedakan menurut jangka waktu yang tercakup, yaitu:

1. Perencanaan Produksi Jangka Pendek (Perencanaan Operasional) adalah penentuan kegiatan produksi yang akan dilakukan dalam jangka waktu satu tahun mendatang atau kurang, dengan tujuan untuk mengatur penggunaan tenaga kerja, persediaan bahan dan fasilitas produksi yang dimiliki perusahaan pabrik. Oleh karena perencanaan produksi jangka pendek berhubungan dengan pengaturan operasi produksi, maka perencanaan ini disebut juga dengan perencanaan operasional
2. Perencanaan Produksi Jangka Panjang adalah penentuan tingkat kegiatan produksi lebih daripada satu tahun, dan biasanya sampai dengan lima tahun mendatang, dengan tujuan untuk mengatur pertambahan kapasitas peralatan atau mesin-mesin, ekspansi pabrik dan pengembangan produk (*product development*)
3. Perencanaan produksi yang menyangkut kegiatan pada masa yang akan datang, dibuat berdasarkan panaksiran atau ramalan kegiatan yang ditentukan oleh ramalan penjualan pada masa yang akan datang
4. Perencanaan produksi mempunyai jangka waktu tertentu
5. Perencanaan produksi mempersiapkan tenaga kerja, bahan-bahan, mesin-mesin, dan peralatan lain pada waktu yang diperlukan

6. Perencanaan produksi harus menentukan jumlah dan jenis serta kualitas dari produk yang akan diproduksi
7. Perencanaan produksi harus dapat mengkoordinir kegiatan produksi dengan mengkoordinir bagian-bagian yang mempunyai hubungan langsung ataupun tidak dengan kegiatan produksi

2.3 Faktor-faktor yang perlu Dipertimbangkan dalam Perencanaan Produksi

Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan produksi, antara lain : (Sofjan Assauri, 1993:169)

1. Sifat proses produksi

Proses produksi dapat dibedakan atas :

- a. Proses produksi yang terputus-putus (*intermittent process/manufacturing*)

Perencanaan produksi dalam perusahaan pabrik yang mempunyai proses produksi yang terputus-putus, dilakukan berdasarkan jumlah pesanan (*order*) yang diterima. Oleh karena kegiatan produksi yang dilakukan berdasarkan pesanan (*order*), maka jumlah produknya biasanya sedikit atau relatif kecil, sehingga perencanaan produksi yang dibuat semata-mata tidak berdasarkan ramalan penjualan (*sales forecasting*), tetapi terutama didasarkan atas pesanan yang masuk. Perencanaan produksi dibuat untuk menentukan kegiatan produksi yang perlu dilakukan bagi pengerjaan setiap pesanan yang masuk. Ramalan penjualan ini membantu untuk dapat memperkirakan order yang akan diterima, sehingga dapat diperkirakan dan ditentukan bagaimana penggunaan mesin dan peralatan yang ada agar mendekati optimum pada masa yang akan datang, dan tindakan-tindakan apa yang perlu diambil untuk menutupi kekurangan-kekurangan. Perencanaan produksi yang disusun haruslah fleksibel, agar peralatan produksi dapat dipergunakan secara optimal.

- b. Proses produksi yang terus-menerus (*continuous process*)

Perencanaan produksi pada perusahaan yang mempunyai proses produksi yang terus-menerus, dilakukan berdasarkan ramalan penjualan. Hal ini karena kegiatan produksi tidak dilakukan berdasarkan pesanan akan tetapi untuk memenuhi pasar dan jumlah yang besar serta berulang-ulang dan telah mempunyai blueprint selama jangka waktu yang tertentu. Langkah-langkah

perencanaan produksi yang dilakukan dalam perusahaan yang mempunyai proses produksi yang terus-menerus adalah :

- 1) Membuat ramalan penjualan (*sales forecasting*)
- 2) Membuat *master schedule* yang didasarkan atas ramalan penjualan
- 3) Setelah *master schedule* dibuat, dilakukan perencanaan yang lebih teliti.

2. Jenis dan Mutu dari barang yang diproduksi

Untuk menyusun suatu perencanaan produksi, ada beberapa hal mengenai jenis dan sifat produk yang perlu diketahui dan diperlihatkan, yaitu :

- a. Mempelajari dan menganalisis jenis barang yang diproduksi sejauh mungkin
- b. Apakah produk yang akan diproduksi itu merupakan *costumer's goods* (barang-barang yang langsung dikonsumsi oleh konsumen) atau *producer's goods* (barang yang akan dipergunakan untuk memproduksi barang lain)
- c. Sifat dari produk yang akan dihasilkan, apakah merupakan barang yang tahan lama atau tidak
- d. Sifat dari permintaan barang yang akan dihasilkan, apakah mempunyai sifat permintaan yang musiman (*seasonal*) yang permintaannya hanya pada musim-musim tertentu saja ataukah sifat permintaannya sepanjang masa
- e. Mutu dari barang yang akan diproduksi, yang akan tergantung pada biaya persatuan yang diinginkan, dan permintaan atau keinginan konsumen terhadap barang hasil produksi tersebut. (Sofjan Assauri, 1993 : 170)
- f. Sifat dari barang yang diproduksi apakah barang baru ataukah barang lama.

Hal ini perlu kita perhatikan, karena untuk barang yang baru maka perlu diadakan penelitian (*research*) pendahuluan mengenai :

Lokasi perusahaan, apakah perusahaan perlu diletakkan berdekatan dengan sumber bahan mentah ataukah dekat dengan pasar

1. Jumlah barang yang akan diproduksi
2. Sifat permintaan barang ini, apakah musiman atau sepanjang masa, dan

3. Hal-hal lain yang dibutuhkan untuk memulai produksi tersebut.
(Sofjan Assauri, 1993 :171)

III. LINEAR PROGRAMMING

Pokok pikiran yang utama dalam menggunakan *linier programming* ialah merumuskan masalah dengan jelas menggunakan sejumlah informasi yang tersedia. Merumuskan masalah dengan baik dan menterjemahkan masalah ke dalam model matematika. (Siagian : 1987 : 73). *Linier programming* merupakan suatu model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Masalah tersebut timbul apabila seseorang diharuskan untuk memilih atau menentukan tingkat setiap kegiatan yang akan dilakukannya, dimana masing-masing kegiatan membutuhkan sumber daya yang sama sedangkan jumlahnya terbatas. (Pangestu Subagyo : 1995)

Jadi *Linier Programming* mencakup perencanaan kegiatan-kegiatan untuk mencapai suatu hasil yang "optimal", yaitu suatu hasil yang mencerminkan tercapainya sasaran tertentu yang paling baik (menurut model matematis) diantara alternatif – alternatif yang mungkin, dengan menggunakan fungsi linier.

Kegunaan *Linier Programming* adalah lebih luas pada aplikasinya semata-mata. Pada kenyataannya *linier programming* harus dipandang sebagai dasar penting untuk pengembangan teknik-teknik riset operasi lainnya, termasuk pemrograman integer, stokhastik, arus jaringan dan kuadratik. Dalam hal ini, pemahaman akan *linier programming* adalah penting untuk implementasi teknik-teknik tambahan ini.

3.1 Model *Linier Programming*

Metode analisis yang paling bagus untuk menyelesaikan persoalan alokasi sumber ialah metode *Linier Programming*. Dalam model *Linier Programming* dikenal dua macam "fungsi", yaitu fungsi tujuan (*objective function*) dan fungsi-fungsi batasan (*constraint function*). Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan/ sasaran di dalam permasalahan *Linier Programming* yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya– sumber daya, untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Pada umumnya nilai yang akan dioptimalkan dinyatakan sebagai Z. Sedangkan fungsi batasan merupakan bentuk penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan. (Pangestu Subagyo : 1995)

Agar memudahkan pembahasan model *Linier Programming* ini, digunakan simbol-simbol sebagai berikut :

- m = macam batasan-batasan sumber atau fasilitas yang tersedia
- n = macam kegiatan-kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas tersebut
- i = nomor setiap macam sumber atau fasilitas yang tersedia ($i = 1, 2, 3, \dots, m$)
- j = nomor setiap macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)
- X_j = tingkat kegiatan ke - j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)
- a_{ij} = banyaknya sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit keluaran (output) kegiatan j ($j = 1, 2, 3, \dots, m$, dan $j = 1, 2, 3, \dots, n$)
- b_{ij} = banyaknya sumber (fasilitas) i yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)
- Z = nilai yang dioptimalkan (maksimum atau minimum)
- C_j = kenaikan nilai Z_z apabila ada pertambahan tingkat kegiatan (X_j) dengan satuan (unit).

Keseluruhan simbol – simbol di atas selanjutnya disusun ke dalam bentuk tabel standar *Linier Programming* seperti tampak pada Tabel 1 di bawah ini,

Tabel 1. Data Untuk Model *Linier Programming*

Kegiatan Sumber	Pemakaian Sumber per unit Kegiatan (Keluaran)					Kapasitas Sumber
	1	2	3	.....	n	
1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	.....	a_{1n}	b_1
2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	.....	a_{2n}	b_2
3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	.....	a_{3n}	b_3
.....
M	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	.....	a_{nm}	b_m
ΔZ						
Pertambahan tiap unit	C_1	C_2	C_3	.....	C_n	
Tingkat kegiatan	X_1	X_2	X_3	.....	X_n	

(Sumber : Dasar – dasar *Operation Research*, Handoko, T.H., Pangestu Subagyo, 1995.)

Atas dasar tabel diatas kemudian dapat disusun suatu model matematis yang digunakan untuk mengemukakan suatu permasalahan *Linier Programming* sebagai berikut :

Fungsi Tujuan :

$$\text{Makasimasi} \quad Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots\dots\dots + C_nX_n$$

$$\text{Batasan - batasan :} \quad a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots\dots\dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots\dots\dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots\dots\dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$\begin{array}{ccccccc} | & & | & & | & & | \\ a_{m1}X_1 & + & a_{m2}X_2 & + & \dots\dots\dots & + & a_{mn}X_n \leq b_m \\ & & X_1, X_2, \dots\dots, & & X_n & \geq & 0 \end{array}$$

Bentuk atau model *Linier Programming* diatas merupakan bentuk standart bagi masalah–masalah *Linier Programming* yang akan dipakai selanjutnya. Dengan kata lain, bila setiap masalah dapat diformulasikan secara matematis mengikuti model diatas, maka masalah tersebut dapat dipecahkan dengan teknik *Linier Programming*.

Terminologi umum untuk model *Linier Programming* yang diuraikan diatas dapat diringkaskan sebagai berikut :

1. Fungsi yang akan dimaksimumkan : $C_1X_1 + C_2X_2 + \dots\dots\dots + C_nX_n$ disebut fungsi tujuan (*objective function*).
2. Fungsi–fungsi batasan dapat dikelompokkan menjadi 2 macam, yaitu :
 - a. Fungsi batasan fungsional, yaitu fungsi – fungsi batasan sebanyak m (yaitu $a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + a_{i3}X_3 + \dots\dots\dots + a_{im}X_m$).
 - b. Fungsi batasan non–negatif (*non–negatif - constraints*) yaitu fungsi–fungsi batasan yang dinyatakan dengan $X_i \geq 0$.
3. Variabel – variabel X_j disebut sebagai *decision variables*.
4. a_{ij} , b_i , dan c_j , yaitu masukan–masukan (*input*) konstan; disebut sebagai parameter model.

Himpunan *feasible* dari variabel–variabel $X_1, X_2, \dots\dots\dots, X_n$ yang memenuhi semua kendala disebut *feasible point* atau *feasible vector*. Sedangkan himpunan semua titik yang memenuhi bentuk suatu daerah penyelesaian yang disebut *feasible region* atau *feasible space*.

Dalam praktek, tidak semua masalah *linier programming* dapat persis mengikuti model diatas. Masalah–masalah tersebut antara lain :

1. Masalah minimasi, dimana seseorang dituntut untuk menentukan kombinasi (*output*) yang dapat meminimumkan pengorbanan (misal : biaya). Dalam hal ini, fungsi tujuan dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Minimumkan : } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n$$

2. Masalah dengan fungsi batasan fungsional yang memiliki tanda matematis \geq ; sehingga apabila dirumuskan terlihat sebagai berikut :

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + a_{i3}X_3 + \dots + a_{in}X_n \geq b_i$$

3. Masalah dengan fungsi batasan fungsional yang memiliki tanda matematis $=$; sehingga bila dirumuskan sebagai berikut :

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + a_{i3}X_3 + \dots + a_{in}X_n = b_i$$

4. Masalah tertentu, dimana fungsi batasan non – negatif tidak diperlukan; atau dengan kata lain X_j tidak terbatas.

Dalam menyelesaikan model *linier programming*, kita mengenal dua metode yaitu : metode grafik dan metode simpleks.

3.1.1 Metode Grafik

Metode grafik hanya dapat digunakan dalam pemecahan masalah *Linier Programming* yang berdimensi : $2 \times n$ atau $m \times 2$, karena keterbatasan kemampuan suatu grafik dalam "menyampaikan" sesuatu. (Pangestu Subagyo : 1995)

Bentuk umum metode grafik :

$$\text{Maksimasi : } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

$$\text{Kendala : } a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$\begin{array}{ccccccc} | & & | & & | & & | \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n & \leq & b_m \end{array}$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

Langkah–langkah penggunaan metode garfik dapat ditunjukkan secara ringkas sebagai berikut : (Pangestu Subagyo dkk : 1995 : 16 – 17)

- a. Menentukan fungsi tujuan dan memformulasikannya dalam bentuk matematis.
- b. Mengidentifikasi batasan–batasan yang berlaku dan memformulasikannya dalam bentuk matematis.

- c. Menggambarkan masing–masing garis fungsi batasan dalam satu sistem salib sumbu.
- d. Mencari titik yang paling menguntungkan (optimal) dihubungkan dengan fungsi tujuan.
- e. Sebelum mempraktekkan setiap langkah diatas, sebaiknya terlebih dahulu diuraikan masalah yang biasanya paling kritis, yaitu menggambarkan garis–garis dan fungsi–fungsi batasan. Fungsi–fungsi batasan ini dinyatakan dalam tiga tanda, yaitu :
 - f. \leq kurang dari atau sama dengan
 - g. \geq lebih besar dari atau sama dengan
 - h. $=$ sama dengan

3.1.2 Metode Simplex

Apabila suatu masalah *Linier Programming* hanya mengandung dua kegiatan (atau variabel–variabel keputusan) saja, maka akan dapat diselesaikan dengan metode grafik. Tetapi bila melibatkan lebih dari dua kegiatan maka metode grafik tidak dapat digunakan lagi, sehingga diperlukan metode *simpleks*. Metode *simpleks* merupakan suatu cara yang lazim dipakai untuk menentukan kombinasi optimal dari tiga variabel atau lebih. (Pangestu Subagyo : 1995)

Metode simpleks adalah suatu metode yang merupakan prosedur umum untuk memecahkan problem *linier programming*. Proses pemecahan problem *linier programming* dengan menggunakan metode *simpleks* terjadi melalui algoritma, yaitu suatu urutan kerja secara teratur dan berulang sehingga tercapai hasil optimal yang dikehendaki. Metode ini paling efisien karena proses pemecahan dapat digunakan program komputer yang sudah tentu akan menghabiskan waktu singkat bila dibandingkan secara manual. Proses algoritma ini mencakup prosedur kapan mulai pemecahan dan kapan berakhirnya proses iterasi. Secara umum struktur algoritma tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Tahap awal, yaitu menyusun tabel dasar sebagai pangkal tolak proses iterasi.
- b. Proses iterasi yang dilakukan secara berulang hingga mencapai hasil optimal yang dikehendaki.
- c. Proses akan berhenti apabila hasil optimal yang dikehendaki tercapai atau bahkan hasil optimal tidak dapat dicapai sama sekali.

Bentuk Umum Tabel *Simpleks*

Misal masalah *linier programming* mempunyai tujuan maksimasi dan beberapa kendala, maka bentuk umum standart formulasi tersebut adalah sebagai berikut :

Maksimasi : $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$

$$\begin{array}{rcll} \text{Kendala :} & a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + S_1 & \leq & b_1 \\ & a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + S_2 & \leq & b_2 \\ & a_{31}X_1 + a_{32}X_3 + \dots + a_{3n}X_n + S_3 & \leq & b_3 \\ & \vdots & & \vdots \\ & a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n + S_m & \leq & b_m \\ & X_1, X_2, \dots, X_n & \geq & 0 \end{array}$$

Apabila bentuk standart tersebut dimasukkan dalam tabel, akan diperoleh bentuk umum tabel *simpleks* atau juga *initial table* seperti dalam Tabel 2.

Tabel 2. Tabel *Simplex* Dalam Bentuk Simbol

Variabel	Z	X_1	X_2	.....	X_n	S_{n+1}	S_{n+2}	....	RHS
Z	1	$-C_1$	$-C_2$		$-C_n$	0	0	0	0
S_{n+1}	0	a_{11}	a_{12}		a_{1n}	1	0	0	b_1
S_{n+2}	0	a_{21}	a_{22}		a_{2n}	0	1	0	b_2
S_{n+m}	0	a_{n1}	a_{n2}		a_{nn}	0	0	1	b_m

(Sumber : Dasar – dasar *Operation Research*, Handoko, T.H., Pangestu Subagyo, 1995.)

Right Hand Side (RHS) adalah nilai disebelah kanan persamaan atau dibelakang tanda (=) dan S_{n+1} , S_{n+2} , S_{n+m} adalah variabel *slack* yang menunjukkan kapasitas sumber daya yang tidak dipergunakan.

Langkah–langkah pembuatan metode *simpleks* dapat dijelaskan sebagai berikut : (T. Hani Handoko, 1995.)

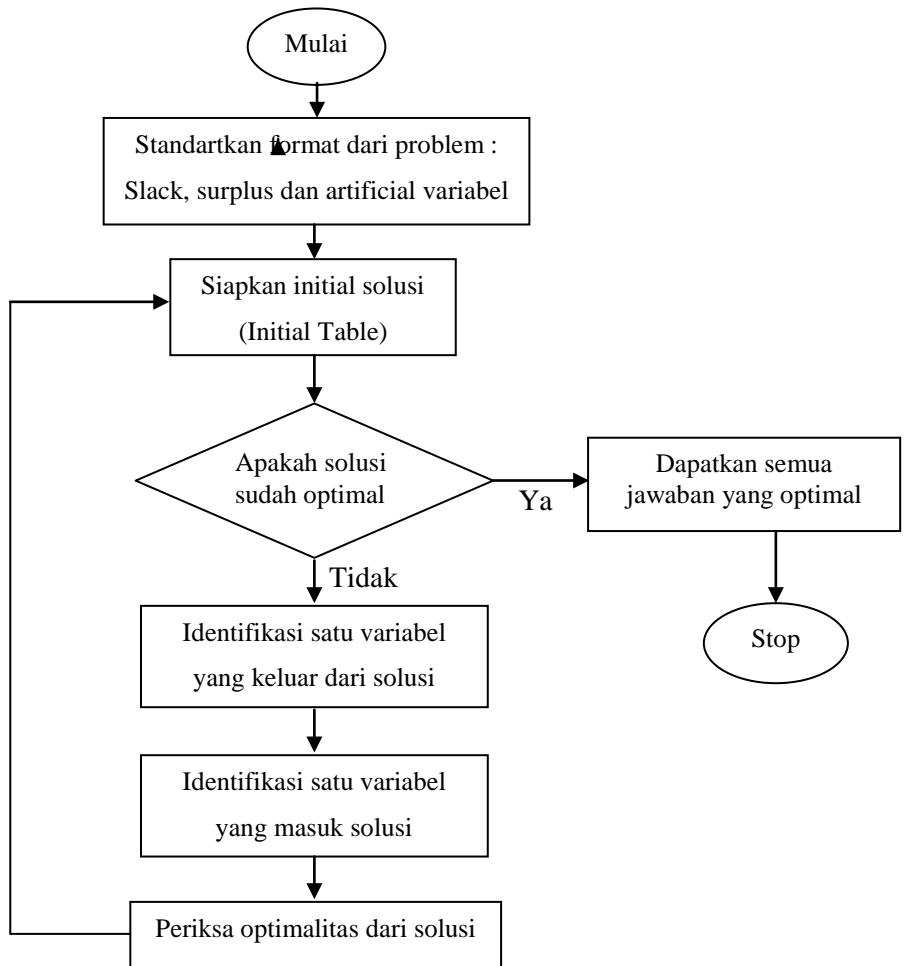
1. Merubah fungsi tujuan dan fungsi kendala.
Dalam hal ini fungsi tujuan diubah menjadi fungsi implisit, artinya semua C_jX_{ij} kita geser ke kiri.
2. Menyusun persamaan–persamaan di dalam tabel
Setelah mengubah formulasi kemudian memasukkan variabel atau bilangan ke dalam sebuah tabel dan nilai variabel slack =, seperti pada tabel 2.2.

3. Memilih kolom kunci yang mempunyai nilai pada garis fungsi tujuan yang bernilai negatif dengan angka terbesar.
4. Memilih baris kunci, yaitu dengan mencari indeks tiap-tiap baris dengan cara membagi nilai-nilai pada kolom RHS dengan nilai yang sebaris pada kolom kunci.

$$\text{Indeks} = \frac{\text{Nilai}_{_}\text{Kolom}_{_}\text{RHS}}{\text{Nilai}_{_}\text{Kolom}_{_}\text{Kunci}}$$

5. Mengubah nilai-nilai baris kunci, yaitu dengan cara membaginya dengan angka kunci
6. Mengubah nilai-nilai selain pada baris kunci
Baris baru = (Lawan koefisien pada kolom kunci x Nilai baru pada garis pivot) + baris lama.
7. Melanjutkan perbaikan-perbaikan/ perubahan-perubahan. Ulangilah langkah-langkah perbaikan mulai langkah 3 sampai langkah 6 untuk memperbaiki tabel-tabel yang telah diubah. Perubahan berhenti bila pada baris pertama (fungsi tujuan) tidak ada yang bernilai negatif.

Proses penyelesaian metode *simpleks* dapat dibuat suatu program alir adalah sebagai berikut : (Efraim Turban : 1981)



Gambar 1. Diagram Alir Metode Simplex

(Sumber : Landasan Operation Research, Efraim Turban, 1981.)

3.2 Asumsi–Asumsi Dasar *Linier Programming*

Seharusnya semua asumsi–asumsi (angapan–angapan) dasar *Linier Programming* telah tersirat pada model yang telah dibahas diatas. Tetapi ada baiknya untuk menguraikan asumsi–asumsi dasar tersebut agar penggunaan teknik *Linier Programming* ini dapat memuaskan tanpa terbentur pada berbagai hal. Asumsi–asumsi dasar *Linier Programming* dapat diperinci sebagai berikut (Pangestu Subagyo : 1995) :

1. *Proportionality*

Asumsi ini berarti bahwa naik turunnya nilai Z dan penggunaan sumber atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding (*proportional*) dengan perubahan tingkat kegiatan.

Misal :

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n$$

Artinya : Setiap pertambahan 1 unit X_1 akan menaikkan Z dengan C_1 . Setiap perubahan 1 unit X_2 akan menaikkan nilai Z dengan C_2 , dan seterusnya.

2. *Additivity*

Asumsi ini berarti bahwa nilai tujuan tiap kegiatan tidak saling mempengaruhi atau dalam *Linier Programming* dianggap bahwa kenaikan dari nilai tujuan (Z) yang diakibatkan oleh kenaikan suatu kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai Z yang diperoleh dari kegiatan lain.

Misal :

$$Z = 3X_1 + 5X_2$$

dimana : $X_1 = 10$; $X_2 = 2$;

Sehingga $Z = 30 + 10 = 40$

Andai kata X_1 bertambah 1 unit, maka sesuai dengan asumsi pertama nilai Z menjadi $40 + 3 = 43$.

Jadi nilai 3 karena kenaikan X_1 dapat langsung ditambahkan pada nilai Z mula-mula tanpa mengurangi bagian Z yang diperoleh dari kegiatan 2 (X_2). Dengan kata lain, tidak ada korelasi antara X_1 dan X_2 .

3. *Divisibility*

Asumsi ini dinyatakan bahwa keluaran (*output*) yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan. Demikian pula dengan nilai Z yang dihasilkan.

4. *Deterministik (Certainty)*

Asumsi ini menyatakan bahwa semua parameter yang terdapat dalam model *Linier Programming* (a_{ij} , b_i , c_j) dapat diperkirakan dengan pasti, meskipun jarang dengan tepat.

IV. DE NOVO PROGRAMMING

Zeleny (1976, 1982, 1986) mengemukakan suatu cara untuk melihat sistem dimana selain mengoptimalkan sistem yang telah ada, Beliau juga menyarankan perancangan suatu sistem yang optimal. Yang dititikberatkan pada membuat suatu desain yang optimal terhadap sistem dengan produktivitas tinggi yang memiliki beberapa kriteria (*multiple criteria*). (Mario T. Tabucanon, 1998)

Terdapat perbedaan mendasar antara pendekatan mengoptimalkan suatu sistem dengan pendekatan mendesain sistem yang optimum.

1. Pada pendekatan pertama yaitu antara pendekatan *Linier Programming*, setiap batasan sumber daya dianggap sudah diberikan atau ditetapkan sebelumnya dan apabila terjadi penggunaan sumber daya yang tidak sepenuhnya (terdapat sisa), dianggap tidak mempengaruhi produktivitas sistem.
2. Pada pendekatan kedua, kendala sumber daya akan disusun sedemikian rupa sehingga tidak menghasilkan sisa. Pendekatan kedua ini dikenal dengan nama *De Novo Programming*.

Model *Linier Programming* digunakan untuk optimasi jenis produk mix yang terdiri dari satu fungsi tujuan (*objective function*) dan beberapa batasan sumber daya (*constrain*). Formulasi dari *Linier Programming* adalah sebagai berikut :

Fungsi Tujuan :

$$\text{Maksimasi } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

Batasan – batasan :

$$\text{Subject to : } a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$\begin{array}{ccccccc} | & & | & & | & & | \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n & \leq & b_m \end{array}$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

Pendekatan *De Novo Programming* dalam menyelesaikan masalah optimasi dilakukan pendekatan sistem secara total, artinya selain menentukan kombinasi terbaik yang optimal terhadap outputnya. Pendekatan ini dapat memberikan suatu usulan penggunaan sumber daya yang terintegrasi melalui anggaran yang tersedia karena adanya keterbatasan anggaran yang merupakan syarat penting dalam formulasi *De Novo Programming*.

Perbedaan dari dua model optimasi antara *Linier Programming* dan *De Novo Programming*, ditinjau dari penggunaan sumber daya yang ada yaitu konstanta b_m pada kendala model *Linier Programming* yang besarnya telah ditetapkan sebelumnya, sedangkan pada model *De Novo Programming* dinyatakan sebagai X_{n+1} . Ditinjau dari penggunaan tanda kanonik, pada model *linier programming* tanda \leq sebagai batasan bahwa kombinasi variabel keputusan tidak boleh melebihi dari jumlah sumber (b_m) yang telah ditetapkan sebelumnya, sedangkan pada model *De Novo Programming* tanda \leq diganti dengan tanda $=$ untuk menentukan jumlah sumber (X_{n+1}) yang diperlukan dengan pasti. Dalam formulasi pendekatan *De Novo Programming* (DNP) adalah sebagai berikut :

Fungsi Tujuan :

$$\text{Maksimasi atau Minimasi : } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (2.1)$$

Batasan – batasan :

$$\text{Kendala : } a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n = X_{n+1}$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n = X_{n+2}$$

$$\begin{array}{ccccccc} | & & | & & | & & | \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n = X_{n+m} & (2.2) \end{array}$$

$$p_1X_{n+1} + p_2X_{n+2} + \dots + p_mX_{n+m} \leq B \quad (2.3)$$

$$X_n, X_{n+1}, \dots, X_{n+m} \geq 0$$

Dimana :

X_{n+1} = variabel - variabel keputusan yang menggambarkan jumlah dari sumber i yang harus dibeli

P_i = harga per unit dari sumber i

B = total anggaran (*budget*) yang tersedia

Dari formulasi *De Novo Programming* di atas dapat disederhanakan menjadi suatu persamaan sebagai berikut :

$$P_1a_{1j} + p_2a_{2j} + p_ma_{mj} = v_j \quad \text{untuk semua } j \quad (2.4)$$

Dimana :

v_j = variabel *cost* untuk membuat 1 unit produk j , ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)

a_{ij} = koefisien teknologi untuk $i = 1, 2, 3, \dots, m$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, m$

Dari persamaan (2.4) dapat diuraikan sebagai berikut :

$$\text{Untuk : } v_1 = p_1a_{11} + p_2a_{21} + \dots + p_ma_{m1}$$

$$v_2 = p_1a_{12} + p_2a_{22} + \dots + p_ma_{m2}$$

$$\begin{array}{ccccccc} | & & | & & | & & | \end{array}$$

$$v_n = p_1 a_{1n} + p_2 a_{2n} + \dots + p_m a_{mn}$$

Apabila dari persamaan (2.2) disubstitusikan ke persamaan (2.3) maka diperoleh :

$$p_1 (a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n) + p_2 (a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n) + \dots + p_m (a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n) \leq B \quad (2.5)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.4) dengan persamaan (2.5) di atas maka didapat persamaan sebagai berikut :

$$v_1X_1 + v_2X_2 + \dots + v_nX_n \leq B \quad (2.6)$$

Sehingga formulasi *De Novo Programming* menjadi :

$$\text{Maksimasi } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

$$\begin{aligned} \text{Kendala :} \quad & v_1X_1 + v_2X_2 + \dots + v_nX_n \leq B \\ & a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2 \\ & X_1, \quad X_2, \quad \dots, \quad X_n \geq 0 \end{aligned}$$

Untuk lebih jelas lagi mengenai perbedaan formulasi dari *Linier programming* dengan formulasi *De Novo Programming* dapat dilihat pada Tabel 3. (Mario T. Tabucanon : 1988)

Tabel 3. Perbedaan Formulasi *Linier Programming* dengan *De Novo Programming*

No	Model <i>Linier Programming</i>	Model <i>De Novo Programming</i>
1.	Fungsi Tujuan : $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$	Fungsi Tujuan : $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$
2.	Kendala Sumber Daya : $a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$ $a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$ \vdots $a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$	Kendala Sumber Daya : $a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n = X_{n+1}$ $a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n = X_{n+2}$ \vdots $a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n = X_{n+m}$ Kendala <i>Budget</i> : $p_1X_{n+1} + p_2X_{n+2} + \dots + p_mX_{n+m} \leq B$ atau setelah disubstitusikan : $v_1X_1 + v_2X_2 + \dots + v_nX_n \leq B$
3.	<i>Non Negative Constraint</i> : $X_1, \quad X_2, \quad \dots, \quad X_n \geq 0$	<i>Non Negative Constraint</i> : $X_n, \quad X_{n+1}, \quad \dots, \quad X_{n+m} \geq 0$

(Sumber : *Multiple Criteria Making In Industri*, Tabucanon, Mario.T., 1988.)

4.1 Penyelesaian *De Novo Programming*

Apabila dalam formulasi model *De Novo Programming* tidak ada kendala–kendala yang lain, hanya terdiri dari satu fungsi tujuan dan satu kendala (kendala keterbatasan anggaran), maka penyelesaiannya dengan langkah–langkah sebagai berikut : (Mario T. Tabucanon : 1988).

1. Cari Max $j (C_j / v_j)$

Perbandingan (C_j / v_j) menggambarkan keuntungan dari produk j (bila fungsi tujuan adalah memaksimumkan *profit*) atau nilai tujuan biaya per unit yang tercapai dari kombinasi sumber – sumber yang digunakan untuk memproduksi produk j . Tujuan dari langkah ini adalah untuk mencari produk mana yang paling menguntungkan untuk diproduksi.

2. Untuk Max (C_j / v_j) yang diperoleh, katakanlah (C_k / v_k) yang berhubungan dengan variabel X_k , maka jumlah dari X_k yang harus diproduksi adalah $X_k = B / v_j$, dan X_k merupakan jumlah produk yang paling optimal yang harus diproduksi.

Dimana :

v_j = variabel cost untuk membuat i unit produk j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)

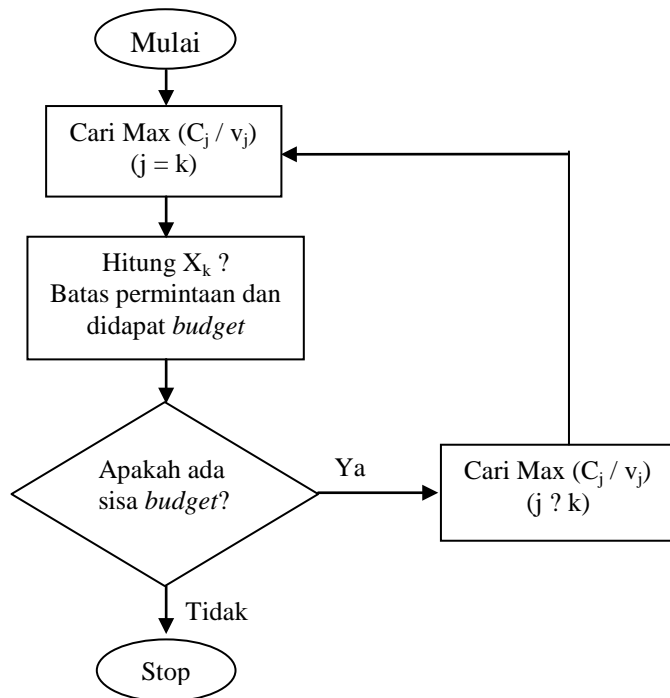
C_j = koefisien biaya yang terdapat pada semua fungsi tujuan

Hal ini menunjukkan bahwa sumber–sumber yang dimiliki akan digunakan untuk memproduksi produk X_k sebagai produk yang paling menguntungkan dengan jumlah yang sesuai dengan anggaran (*budget*), apabila tidak ada kendala – kendala lain.

Apabila terdapat jumlah permintaan yang terbatas pada setiap produk, maka formulasi *De Novo Programming* dapat diselesaikan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Cari Max $j (C_j / v_j)$
2. Untuk Max $j (C_j / v_j)$ katakanlah sebagai contoh (C_k / v_k) untuk produksi X_k sedemikian rupa sehingga tidak melampaui batas dari permintaan atau batas maksimum yang dianggarkan (*budget*).
3. Jika anggaran tidak digunakan sepenuhnya pada saat memproduksi X_k , maka cari produk lain yang menguntungkan, selanjutnya dengan menggunakan Max $j (C_j / v_j)$, dimana $j \neq k$.
4. Kembali ke langkah (2) sampai anggaran yang ada sudah digunakan sepenuhnya.

Dari langkah-langkah di atas dapat dibuat suatu diagram alir sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Alir Metode *De Novo Programming*
(Sumber : *Multiple Criteria Making In Industri*, Tabucanon, Mario.T., 1988.)

Dengan prosedur penyelesaian di atas, model *De Novo Programming* akan memberikan jawaban berupa satu variabel yang paling menguntungkan untuk diproduksi. Sehingga variabel-variabel keputusan lainnya (produk lain) tidak akan diproduksi. Apabila model tersebut hanya diketahui kendala-kendala komposisi sumber (bahan baku) yang kemudian diubah menjadi satu kendala berupa konstanta

anggaran. Hal ini tentu saja kurang memuaskan, karena apabila perusahaan hanya memproduksi satu produk yang paling menguntungkan saja dan tidak memproduksi produk-produk yang lain, tentunya usaha perusahaan untuk memenuhi market share tidak optimal. Hal ini dapat diatasi dengan menambah kendala batas-batas permintaan tiap produk (*demand limits*) ataupun kendala lain yang dianggap perusahaan sudah baku, misalnya kendala kapasitas kemampuan mesin.

Apabila dalam penyelesaian model *De Novo Programming* terdapat adanya kendala-kendala selain kendala bahan baku dan anggaran, yaitu kendala yang dianggap baku bagi perusahaan, maka dapat diselesaikan dengan menggunakan metode-metode penyelesaian dalam *Linier Programming* seperti dengan metode grafik, apabila hanya memiliki dua variabel keputusan atau dengan metode *simpleks* apabila memiliki variabel keputusan lebih dari dua. Dapat juga diselesaikan dengan menggunakan program komputer.

Model *De Novo Programming* tidak dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan fungsi tujuan berupa minimasi biaya produksi, karena salah satu kendala dari model tersebut adalah kendala keterbatasan anggaran (*budget*), sehingga rencana produksi yang dioptimalkan sudah sesuai dengan biaya yang disediakan perusahaan.

Perbedaan model *De Novo Programming* dan model *Linier Programming* ditinjau dari masalah mix produk dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbedaan Model *Linier Programming* Dengan Model *De Novo Programming* Ditinjau Dari Masalah Mix Produk

No	Model <i>Linier Programming</i>	Model <i>De Novo Programming</i>
1.	Asumsi bahwa sumber daya terbatas pada jumlah yang telah ditetapkan sebelumnya.	Asumsi bahwa sumber daya menjadi terbatas karena adanya jumlah maksimum dari <i>bugdet</i> (anggaran).
2.	Analisa sumber telah ditentukan dan sumber tidak dapat dikendalikan perolehannya, karena bahan baku tersebut harus dibeli sesuai dengan ukuran minimum yang telah ditentukan sebelumnya.	Analisa dilakukan sebelum sumber dibeli, belum dapat ditetapkan dan sumber dapat dikendalikan serta dapat diperoleh atau dibeli pada tiap satuan.
3.	Tidak sesensitif terhadap faktor harga dari sumber. Pemberian	Sensitif terhadap faktor harga. Sumber telah diberi harga berdasarkan penetapan harga aktual.

4.	harga terjadi selama analisa sensitivitas.	Faktor keterbatasan <i>bugdet</i> merupakan elemen penting karena hal ini dijadikan ukuran dari sumber yang dibutuhkan. Solusi dari model ini dengan utilitas sumber yang penuh tanpa adanya sisa.
5.	Tidak selalu memiliki kendala keterbatasan <i>bugdet</i> .	
	Pada beberapa kasus masih terdapat sisa penggunaan sumber daya.	

(Sumber : Dasar – dasar *Operation Research*, Handoko, T.H., Pangestu Subagyo, 1995 dan *Multiple Criteria Making In Industri*, Tabucanon, Mario.T., 1988.)

V. PENGERTIAN BIAYA

Perkembangan akuntansi sekarang ini banyak konsep-konsep yang timbul untuk mengartikan dan merumuskan arti biaya walaupun pada dasarnya sama.

Menurut Mulyadi (1992), “Biaya adalah pengorbanan sumber ekonomi yang diukur dalam satuan uang yang telah terjadi atau yang kemungkinan terjadi untuk mencapai tujuan tertentu”.

Menurut Supriyono (1995), “Biaya adalah hanya perolehan yang dikorbankan dalam rangka memperoleh penghasilan dana akan dipakai sebagai pengurang penghasilan”. Sedangkan menurut Usry / Hammer (1990), biaya didefinisikan sebagai “suatu tukar prasyarat, pengorbanan yang dilakukan guna memperoleh manfaat”.

5.1 Klasifikasi Biaya

Dalam perusahaan pabrikasi, total biaya operasi terdiri dari :

1. Biaya Pabrikasi

Biaya pabrikasi sering disebut juga biaya produksi atau biaya pabrik (*factory cost*) adalah jumlah dari unsur biaya yaitu bahan langsung, pekerja langsung dan overhead pabrik. Bahan langsung dan pekerja langsung dapat digabungkan ke dalam kelompok biaya utama (*primer cost*). Upah pekerja langsung dan overhead pabrik dapat digabungkan ke dalam kelompok biaya konversi (*conversion cost*), yang mencerminkan biaya pengubahan bahan langsung menjadi barang jadi.

- a. Bahan langsung (*direct material*) adalah semua bahan yang membentuk bagian material dari barang jadi dan yang dimasukkan langsung dalam kalkulasi biaya produk. Contoh bahan langsung adalah kayu untuk membuat peralatan mebel, minyak mentah untuk membuat bensin dan kain untuk membuat pakaian.
- b. Pekerja atau tenaga kerja langsung (*direct labour*) adalah karyawan yang dikerahkan untuk mengubah bahan langsung menjadi barang jadi. Biaya untuk ini meliputi gaji karyawan yang dapat dibebankan kepada produk tertentu.
- c. Overhead pabrik (*factory overhead*) yang juga disebut sebagai overhead pabrikasi, beban pabrikasi atau “beban” pabrik dapat didefinisikan sebagai bahan tidak langsung, pekerja tidak langsung dan semua biaya pabrikasi lainnya yang tidak dapat

dibebankan langsung ke produk tertentu. Secara sederhana dapat dinyatakan bahwa overhead pabrik mencakup semua biaya pabrikasi kecuali yang dicatat sebagai biaya langsung, yaitu bahan langsung dan pekerja langsung.

- d. Bahan tidak langsung (*indirect material*) adalah bahan-bahan yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu produk, tetapi pemakainya sedemikian kecil atau sedemikian rumit, sehingga tidak dianggap sebagai bahan langsung yang tidak berguna atau tidak ekonomis. Contohnya sekrap, paku, perekat, dan lain-lain. Bahan-bahan seperti minyak pelumas, minyak gemuk, lap pembersih dan sikat termasuk dalam perlengkapan pabrik (*factory supplies*) yang merupakan bahan tidak langsung yang diperlukan untuk menjaga lokasi kerja dan mesin-mesin tetap dalam kondisi siap pakai dan aman.
- e. Pekerja tidak langsung (*indirect labour*) dapat didefinisikan sebagai para karyawan yang dikerahkan dan tidak secara langsung mempengaruhi pembuatan atau pembentukan barang jadi. Pekerja tidak langsung mencakup gaji penyelia, pelayan stook, pembantu umum, pekerja bagian pemeliharaan dan pengawas bahan. Dalam usaha jasa, biaya pekerja tidak langsung mencakup gaji resepsionis, karyawan bagian arsip, karyawan bagian pemasok dan sekretaris.

2. **Beban Komersial**

Beban komersial dibagi dalam dua kelompok, yaitu :

- a. **Beban Pemasaran (Distribusi dan Penjualan)**
Beban pemasaran dimulai pada saat biaya pabrik berakhir, yaitu pada saat proses pabrikasi diselesaikan dan barang-barang sudah dalam kondisi siap dijual. Beban ini meliputi beban penjualan dan beban pengiriman.
- b. **Beban Administrasi**
Beban administrasi meliputi beban yang dikeluarkan dalam mengatur dan mengendalikan organisasi. Beberapa dari beban tersebut, seperti gaji direktur yang ditugaskan bekerja di pabrik, mungkin dialokasikan sebagai biaya pabrikasi dan gaji direktur yang ditugaskan di bagian pemasaran mungkin dialokasikan sebagai beban pemasaran. (Matz-Usry, 1990).

Di bawah ini klasifikasi biaya dalam hubungannya dengan produk pabrik :

Tabel 5. Klasifikasi Biaya Dalam Hubungannya Dengan Produk

Bahan langsung + pekerja langsung =	Biaya utama
	+
Bahan tidak langsung + pekerja tidak langsung	Overhead pabrik
+ biaya tidak langsung lainnya =	=
	Biaya pabrikasi
	+
Beban pemasaran + beban administrasi =	Beban komersial
	=
	Total biaya produksi

(Sumber : Akuntansi Biaya Perencanaan dan Pengawasan, Zurri Milton.F., Lawrence Hammer, 1990.)

Keterangan :

1. Bahan tidak langsung, meliputi :
 - a. Perlengkapan pabrik
 - b. Minyak pelumas
2. Pekerja tidak langsung, meliputi :
 - a. Pengawasan
 - b. Pemeriksaan
 - c. Gaji buruh pabrik
 - d. Hasil kerja yang cacat
3. Biaya tidak langsung lainnya, meliputi :
 - a. Sewa
 - b. Asuransi kebakaran dan kewajiban
 - c. Pajak bumi dan bangunan
 - d. Penyusutan
 - e. Pemeliharaan dan reparasi
 - f. Sumber tenaga
 - g. Penerangan
 - h. Pajak penghasilan pimpinan
 - i. Perkakas kecil
 - j. Overhead pabrik lainnya
4. Beban pemasaran, meliputi :
 - a. Gaji penjualan
 - b. Komisi staf penjualan
 - c. Pajak penghasilan kerja
 - d. Iklan
 - e. Contoh barang gratis
 - f. Hiburan

- g. Ongkos perjalanan
- h. Sewa
- i. Penyusutan
- j. Pajak bumi dan bangunan
- k. Telepon dan telegraf
- l. Alat tulis menulis dan cetak
- m. Benda–benda pos
- n. Ongkos transportasi/ angkut
- o. Beban penjualan rupa-rupa
- 5. Beban administrasi, meliputi :
 - a. Gaji administrasi kantor
 - b. Pajak penghasilan pekerja
 - c. Beban pemeriksaan akuntansi
 - d. Beban urusan hukum
 - e. Piutang yang tidak tertagih
 - f. Sewa
 - g. Penyusutan
 - h. Pajak bumi dan bangunan
 - i. Telepon dan telegraf
 - j. Alat tulis menulis dan cetak
 - k. Benda–benda pos

5.2 Penggunaan Data Biaya

Pengumpulan, penyajian dan analisa dari data biaya harus dapat memenuhi kegunaan dan tujuan utama antara lain : (Matz-Usry, 1990)

- a. Perencanaan laba melalui penganggaran
- b. Pengawasan biaya melalui akunting tanggung jawab
- c. Penilaian laba tahunan atau berkala termasuk penilaian persediaan
- d. Membantu dalam menetapkan harga jual dan kebijaksanaan harga
- e. Menyediakan data biaya yang relevan untuk proses analisis bagi pengambilan keputusan.

5.3 Penggolongan Biaya

Penggolongan dari biaya diperlukan untuk pengembangan dari suatu data biaya yang berguna bagi manajemen sehubungan dengan kelima penggunaan data biaya, maka biaya digolongkan menjadi : (Matz-Usry, 1990)

- a. Menurut sifat dari unsur yang bersangkutan (penggolongan dasar)
- b. Menurut masa akunting yang dilaluinya

- c. Menurut kecenderungannya untuk berubah sesuai dengan volume atau kegiatan produksi.
- d. Menurut hubungannya dengan hasil produksi
- e. Menurut hubungannya dengan bagian produksi
- f. Menurut sifatnya sebagai biaya bersama atau gabungan
- g. Untuk perencanaan dan pengawasan
- h. Untuk proses analisis.

5.4 Biaya dalam Hubungannya dengan Volume Produksi

Beberapa jenis biaya bervariasi langsung dengan perubahan volume produksi keluaran, sedang biaya lainnya relative tidak berubah (*fixed*). Manajemen harus memperhatikan kecenderungan biaya yang bervariasi dengan keluaran jika mereka ingin merencanakan suatu strategi perencanaan yang baik dan mengendalikan biaya dengan berhasil.

1. Biaya Variabel

Secara umum yang dimaksud dengan biaya variabel adalah biaya yang totalnya berubah secara proporsional dengan perubahan total kegiatan atau volume yang berkaitan dengan biaya variabel tersebut selama periode tertentu. Biaya yang mempunyai karakteristik ini umumnya meliputi bahan langsung dan pekerja langsung. Beberapa overhead pabrik dan biaya non pabrikasi juga termasuk dalam kategori biaya variabel.

Karakteristik dari biaya variabel sebagai berikut :

- a. Biaya yang jumlah totalnya akan berubah secara sebanding (*proporsional*) dengan perubahan volume kegiatan, semakin besar volume kegiatan semakin tinggi jumlah total biaya variabel. Semakin rendah volume kegiatan, semakin rendah jumlah total biaya variabel.
- b. Pada biaya variabel, biaya satuan tidak dipengaruhi oleh perubahan volume kegiatan, jadi biaya satuan konstan.

Yang termasuk *overhead* pabrik variabel antara lain : Bahan baku, perkakas kecil, upah lembur dan pengangkutan dalam pabrik

2. Biaya Tetap

Biaya tetap adalah biaya yang jumlah totalnya tetap selama periode waktu tertentu meskipun terjadi perubahan besar dalam total kegiatan atau volume yang berkaitan dengan biaya tetap tersebut.

Karakteristik dari biaya tetap sebagai berikut :

- a. Biaya yang jumlah totalnya tetap konstan tidak dipengaruhi oleh perubahan volume kegiatan atau aktivitas sampai dengan tingkatan tertentu.
- b. Pada biaya tetap, biaya satuan (unit cost) akan berubah berbanding terbalik dengan perubahan volume kegiatan, semakin tinggi volume kegiatan semakin rendah biaya satuan. Semakin rendah volume kegiatan semakin tinggi biaya satuan.

Biaya overhead pabrik berikut ini biasanya diklasifikasikan sebagai biaya tetap antara lain : Gaji eksekutif produktif, Pajak bumi dan bangunan dan Gaji satpam dan pesuruh pabrik

3. Biaya Semi Variabel

Biaya semi variabel adalah biaya yang mengandung unsur-unsur tetap dan variabel, yaitu mencakup suatu jumlah yang sebagian tetap dan bagian lainnya bervariasi sebanding dengan perubahan volume kegiatan selama periode tertentu. Sebagai contoh biaya listrik yang digunakan untuk penerangan cenderung lebih tetap, karena berapapun volume produksi penerangan akan tetap diperlukan. Sebaliknya tenaga listrik yang digunakan untuk pengoperasiannya akan bervariasi sesuai dengan pemakaian peralatan tersebut.

Karakteristik dari biaya semi variabel sebagai berikut :

- a. Biaya yang jumlah totalnya akan berubah sesuai dengan perubahan volume kegiatan, akan tetapi sifat perubahannya tidak sebanding. Semakin tinggi volume kegiatan semakin besar jumlah biaya total, semakin rendah volume kegiatan semakin rendah biaya, tetapi perubahannya tidak sebanding.
- b. Pada biaya semi variabel, biaya satuan akan berubah terbalik dihubungkan dengan perubahan volume kegiatan tetapi sifatnya tidak sebanding sampai dengan tingkatan kegiatan tertentu. Semakin tinggi volume kegiatan semakin rendah biaya satuan, semakin rendah volume kegiatan semakin tinggi biaya satuan.

Yang termasuk dalam *overhead* semi variabel antara lain ; Pemeliharaan dan reparasi mesin, jasa-jasa administrasi pabrik.

Dalam akuntansi tingkah laku biaya dinyatakan dalam persamaan matematis dalam bentuk garis lurus (*linier*) yaitu $y = a + bx$.

dimana :

y = Jumlah total biaya

a = Jumlah total biaya tetap

b = Biaya variabel satuan

x = Volume kegiatan

VI. Penelitian Terdahulu

Di sini peneliti akan mengemukakan suatu penelitian yang pernah dilakukan di beberapa perusahaan dengan menggunakan *De Novo Programming* antara lain dengan judul :

- a. Perencanaan Produksi dengan menggunakan metode *De Novo Programming* untuk memperoleh Keuntungan yang Maksimal di PT. Keramik Diamond Industries di Jalan Semeru Desa Bambe Driyorejo Gresik, oleh Dwi Suhariyanti. (Tugas akhir, Teknik Industri, UPN Jatim, 2007)
- b. Penerapan *De Novo Programming* pada Perencanaan Produksi dalam Upaya Meningkatkan Keuntungan di Perusahaan tegel dan Beton Kian Indah Bangkalan oleh Hanif Akbar. (Tugas akhir, Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, 2001)
- c. Aplikasi *De Novo Programming* dalam Perencanaan Produksi Pakan Ternak dengan Keuntungan yang Maksimal di PT. Artacitra Terpadu Feedmill Surabaya oleh Nur Rakhman Hakim. (Tesis, 2004)

VII. PERENCANAAN PRODUKSI DENGAN KEADAAN RIIL PERUSAHAAN DIBANDINGKAN DENGAN METODE *DE NOVO PROGRAMMING*

7.1 Perencanaan Produksi Dengan Keadaan Riil Perusahaan

7.1.1 Perhitungan Laba

Dalam memformulasikan tujuan dari masing–masing model diperlukan suatu nilai keuntungan. Hasil keuntungan atau laba yang diperoleh dari perhitungan kalkulasi biaya dapat dilihat di bawah ini, namun perhitungan seluruh biaya yang digunakan untuk tujuan memproduksi per unit jenis produk. Di mana keuntungan masing–masing produk diperoleh dengan cara mengurangi harga jual–harga pokok penjualan (biaya operasional). Maka keuntungan masing–masing produk dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

Tabel 6. Keuntungan Masing – Masing Produk

Produk	Keuntungan (Rp / Unit)
Paving Block	Rp. 400
Paving TU	Rp. 500
Kanstein	Rp. 2.000
Genteng	Rp. 650
Batako	Rp. 800

Keuntungan yang terbesar adalah produk Kanstein sebesar Rp. 2.000 dan yang terkecil adalah Paving Block sebesar Rp. 400.

7.1.2 Produksi Riil dan Total Keuntungan Perusahaan

Keuntungan masing–masing produk diperoleh dengan cara mengurangi harga jual–harga pokok penjualan (biaya operasional). Maka besarnya total keuntungan yang diperoleh perusahaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Total Keuntungan (Z)} &= C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_jX_j \\
 &= \text{Rp } 400.X_1 + \text{Rp } 500.X_2 + \text{Rp } 2000.X_3 + \\
 &\quad \text{Rp } 650.X_4 + \text{Rp } 800.X_5 \\
 &= \text{Rp } 400.(3.561.754) + \text{Rp } 500.(141.092) + \\
 &\quad \text{Rp } 2000.(19.606) + \text{Rp } 650.(1.458.350) + \\
 &\quad \text{Rp } 800.(324.616) \\
 &= \text{Rp. } 2.742.079.900,-
 \end{aligned}$$

Hasil produksi PT. Varia Usaha Beton Sidoarjo pada bulan Januari sampai dengan Desember 2008 yaitu Paving Block sebanyak 3.561.754 unit, Paving TU sebanyak 141.092 unit, Kanstein sebanyak 19.606 unit, Genteng sebanyak 1.458.350 unit, dan Batako sebanyak 324.616 unit, sehingga diperoleh keuntungan sebesar Rp. 2.742.079.900,-.

7.2 Perencanaan Produksi Dengan Metode *de novo Programming*

7.2.1 Penentuan Variabel Keputusan

Yang menjadi variabel keputusan dalam model rencana produksi ini adalah besarnya jumlah *Pieces/pcs* produk yang harus diproduksi (X_j) yaitu :

X_1 = Paving Block

X_2 = Paving TU

X_3 = Kanstein

X_4 = Genteng

X_5 = Batako

7.2.2 Penentuan Fungsi Tujuan

Tujuan utama dari setiap perusahaan adalah memaksimumkan *profit*, begitu pula dengan PT. Varia Usaha Beton Sidoarjo. Dengan berdasarkan data perhitungan *profit* per unit, maka dapat ditentukan fungsi tujuan untuk memaksimumkan *profit* dengan berdasar pada persamaan :

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_jX_j \quad \text{untuk } j = 1, 2, \dots, 5$$

Dimana : Z = total keuntungan maksimal

C_j = keuntungan produk ke - j , dimana $j = 1, 2, \dots, 5$

X_j = Variable keputusan ke - j yang akan dicari, $j = 1, 2, \dots, 5$

Sehingga persamaan atau fungsi tujuan memaksimumkan *profit* untuk permasalahan ini adalah :

$$\text{Maximize: } Z = \text{Rp } 400.X_1 + \text{Rp } 500.X_2 + \text{Rp } 2000.X_3 + \text{Rp } 650.X_4 + \text{Rp } 800.X_5$$

7.2.3 Penetapan Fungsi Kendala

a. Kendala Kapasitas Produksi

Dengan berdasarkan data kapasitas mesin produksi, dapat dilihat kapasitas mesin terkecil dari mesin untuk jenis produk beton yang berbeda-beda ini adalah mempunyai nilai sama

karena menggunakan mesin yang sama dimana mesin tersebut bekerja selama 300 hari kerja dalam setahun. Maka kapasitas produksi dari mesin untuk jenis produk beton cetak, yaitu mesin dengan kapasitas terkecil adalah sebagai berikut :

$$18.400 \text{ unit / hari} \times 300 \text{ hari} = 5.520.000 \text{ unit / tahun}$$

Dengan berdasarkan persamaan :

$$\sum_{j=1}^n M_j X_j \leq k, \quad \text{dimana } j = 1, 2, \dots, 5$$

Dimana : M_j = jumlah produk ke - j ($j = 1, 2, \dots, 5$)

k = kapasitas produksi

maka fungsi kendala untuk kapasitas produksi satu tahun adalah sebagai berikut :

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 5.520.000 \text{ unit/thn}$$

b. Kendala Ketersediaan Bahan Baku

Berdasarkan data komposisi tabel 4.3 dan ketersediaan bahan baku yang ada di tabel 4.4 , maka semua komposisi bahan dikonversikan menjadi berat bahan per satuan unit produk (kg/unit), sehingga fungsi kendala ketersediaan bahan dapat diformulasikan dengan berdasar persamaan sebagai berikut :

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n = X_{n+m}$$

dimana : a_{mn} = komposisi bahan baku dalam satuan Kilogram (Kg)

X_{n+m} = variabel-variabel keputusan yang menggambarkan jumlah dari sumber ke - m yang harus dibeli.

Maka fungsi kendalanya adalah sebagai berikut :

$$\text{Abu Batu} : 0,79 X_1 + 1,43 X_2 + 40,15 X_3 + 2,9 X_4 + 4,79 X_5 = 10.521.840$$

$$\text{Semen} : 0,57 X_1 + 0,65 X_2 + 9,18 X_3 + 1,06 X_4 + 0,75 X_5 = 4.123.180$$

$$\text{Air} : 0,2 X_1 + 0,2 X_2 + 1,25 X_3 + 0,3 X_4 + 0,45 X_5 = 1.628.215$$

$$\text{Pasir} : 2,29 X_1 + 1,95 X_2 + 12,35 X_3 + 0,1 X_4 + 4,79 X_5 = 11.176.350$$

$$\text{Batu Pecah} : 0,63 X_1 + 0,71 X_2 + 11,16 X_3 + 0,1 X_4 + 0,1 X_5 = 3.210.860$$

c. Kendala Biaya Bahan Baku (*Budget*)

Dengan mengetahui harga dari tiap–tiap bahan baku, kita dapat mengetahui biaya bahan baku yang disediakan perusahaan untuk persediaan bahan baku dengan jalan menjumlahkan hasil kali antara harga bahan baku (p_m) dengan jumlah bahan baku yang tersedia (b_m)

Maka besarnya biaya bahan baku tersebut adalah :

$$B = 10.521.840 \text{ (Rp 77)} + 4.123.180 \text{ (Rp 1.030)} + 1.628.215 \text{ (Rp 50)} + 11.176.350 \text{ (Rp 66)} + 3.210.860 \text{ (Rp 70)}$$

$$B = \text{Rp. } 6.100.867.130,-$$

Dengan menggabungkan persamaan X_{n+m} yang ada ke dalam persamaan *budget*, maka diperoleh satu persamaan sebagai berikut :

$$p_1X_{n+1} + p_2X_{n+2} + \dots + p_mX_{n+m} \leq B$$

Sehingga persamaan biaya bahan bakunya adalah sebagai berikut :

$$\text{Rp } 77b_1 + \text{Rp } 1.030b_2 + \text{Rp } 50b_3 + \text{Rp } 66b_4 + \text{Rp } 70b_5 \leq \text{Rp } 6.100.867.130,-$$

Untuk mendapatkan formulasi yang sederhana dari kendala *budget*, maka langkah selanjutnya adalah menghitung variabel *cost* (v_j) yang dibutuhkan untuk membuat jenis produk j

Dengan persamaan : $p_1a_{1j} + p_2a_{2j} + \dots + p_ma_{mj} = v_j$ dimana : $j = 1, 2, \dots, 5$

1. Paving Block (v_1)
 $(v_1) = 0,79 \text{ (Rp. 77)} + 0,57 \text{ (Rp. 1.030)} + 0,2 \text{ (Rp. 50)} + 2,29 \text{ (Rp 66)} + 0,63 \text{ (Rp 70)}$
 $(v_1) = \text{Rp. } 853,17 \approx \text{Rp. } 900,-$
2. Paving TU (v_2)
 $(v_2) = 1,43 \text{ (Rp. 77)} + 0,65 \text{ (Rp. 1.030)} + 0,2 \text{ (Rp. 50)} + 1,95 \text{ (Rp. 66)} + 0,71 \text{ (Rp. 70)}$
 $(v_2) = \text{Rp. } 968,01 \approx \text{Rp. } 1.000,-$
3. Kanstein (v_3)
 $(v_3) = 40,15 \text{ (Rp. 77)} + 9,18 \text{ (Rp. 1.030)} + 1,25 \text{ (Rp. 50)} + 12,35 \text{ (Rp. 66)} + 11,16 \text{ (Rp. 70)}$
 $(v_3) = \text{Rp. } 14.205,75 \approx \text{Rp. } 14.250,-$
4. Genteng (v_4)
 $(v_4) = 2,9 \text{ (Rp. 77)} + 1,06 \text{ (Rp. 1.030)} + 0,3 \text{ (Rp. 50)} + 0,1 \text{ (Rp. 66)} + 0,1 \text{ (Rp. 70)}$

$$(v_4) = \text{Rp.}1.343,7 \approx \text{Rp.} 1.350,-$$

5. Batako (v_5)

$$(v_5) = 4,79 (\text{Rp.} 77) + 0,75 (\text{Rp.} 1.030) + 0,45 (\text{Rp.} 50) + 4,79 (\text{Rp.} 66) + 0,1 (\text{Rp.} 70)$$

$$(v_5) = \text{Rp.} 1.486,97 \approx \text{Rp.} 1.500,-$$

Dengan mensubstitusi persamaan variabel *cost* ke dalam persamaan, maka didapat persamaan *budget* yang baru sebagai berikut ;

$$v_1X_1 + v_2X_2 + v_3X_3 + \dots\dots\dots + v_nX_n \leq B$$

Sehingga menjadi :

$$\text{Rp.} 900 X_1 + \text{Rp.} 1.000 X_2 + \text{Rp.} 14.250 X_3 + \text{Rp.} 1.350 X_4 + \text{Rp.} 1.500 X_5 \leq \text{Rp} 6.100.867.130,-$$

d. Kendala Permintaan Produk

Berdasarkan data permintaan maka perusahaan harus memproduksi sebesar (maksimal) sejumlah dengan besarnya permintaan terhadap produk tersebut. Dengan berdasar pada persamaan $X_j \leq D_j$ dimana D_j adalah besarnya permintaan terhadap jenis produk j , maka kendala permintaan produk adalah sebagai berikut :

$$X_1 \leq 3.566.746$$

$$X_2 \leq 142.238$$

$$X_3 \leq 19.672$$

$$X_4 \leq 1.460.579$$

$$X_5 \leq 326.370$$

7.2.4 Penetapan Rencana Produksi Model *De Novo Programming*

Formulasikan model rencana produksi *De Novo Programming* secara keseluruhan dapat ditentukan sebagai berikut :

Fungsi Tujuan :

$$\text{Maximize : } Z = \text{Rp} 400.X_1 + \text{Rp} 500.X_2 + \text{Rp} 2000.X_3 + \text{Rp} 650.X_4 + \text{Rp} 800.X_5$$

Fungsi Kendala :

Kapasitas Produksi

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 5.520.000 \text{ unit/thn}$$

Ketersediaan Bahan Baku

$$0,79 X_1 + 1,43 X_2 + 40,15 X_3 + 2,9 X_4 + 4,79 X_5 = 10.521.840$$

$$0,57 X_1 + 0,65 X_2 + 9,18 X_3 + 1,06 X_4 + 0,75 X_5 = 4.123.180$$

$$0,2 X_1 + 0,2 X_2 + 1,25 X_3 + 0,3 X_4 + 0,45 X_5 = 1.628.215$$

$$2,29 X_1 + 1,95 X_2 + 12,35 X_3 + 0,1 X_4 + 4,79 X_5 = 11.176.350$$

$$0,63 X_1 + 0,71 X_2 + 11,16 X_3 + 0,1 X_4 + 0,1 X_5 = 3.210.860$$

Biaya Bahan Baku (*Budget*)

$$\text{Rp. } 900 X_1 + \text{Rp. } 1.000 X_2 + \text{Rp. } 14.250 X_3 + \text{Rp. } 1.350 X_4 + \text{Rp. } 1.500 X_5 \leq \text{Rp } 6.100.867.130,-$$

Permintaan Produk

$$X_1 \leq 3.566.746$$

$$X_2 \leq 142.238$$

$$X_3 \leq 19.672$$

$$X_4 \leq 1.460.579$$

$$X_5 \leq 326.370$$

7.2.5 Penyelesaian Model *de novo* Programming

Dengan menggunakan langkah–langkah penyelesaian *De Novo Programming* maupun menggunakan program komputer (*WIN QSB*) diperoleh hasil rencana produksi untuk Paving Block sebanyak 3.566.746 unit, Paving TU sebanyak 142.238 unit, Kanstein sebanyak 19.672 unit, Genteng sebanyak 1.460.579 unit, Batako sebanyak 326.370 unit, dan keuntungan yang diperoleh sebesar Rp. 2.747.634.000,- .

Dengan melakukan perhitungan di bawah ini akan diketahui keuntungan yang didapat dari perencanaan produksi dengan menggunakan metode *De Novo Programming* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Z &= \text{Rp } 400.X_1 + \text{Rp } 500.X_2 + \text{Rp } 2000.X_3 + \text{Rp } 650.X_4 + \text{Rp } 800.X_5 \\ &= \text{Rp } 400.(3.566.746) + \text{Rp } 500.(142.238) + \text{Rp } 2000.(19.672) + \\ &\quad \text{Rp } 650.(1.460.579) + \text{Rp } 800.(326.370) \\ &= \text{Rp. } 2.747.634.000,- \end{aligned}$$

7.2.6 Validasi Model *de novo* Programming

Berdasarkan persamaan *De Novo Programming* diatas, dengan bantuan program *WIN QSB* diperoleh output program sebagai berikut :

$$Z = 2.747.634.000,-$$

$$X_1 = 3.566.746 \text{ unit.}$$

$$X_2 = 142.238 \text{ unit.}$$

$$X_3 = 19.672 \text{ unit.}$$

$$X_4 = 1.460.579 \text{ unit.}$$

$$X_5 = 326.370 \text{ unit.}$$

Dari output *WIN QSB* untuk X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , dan X_5 dimasukkan ke persamaan :

$$\begin{aligned} Z &= \text{Rp } 400.X_1 + \text{Rp } 500.X_2 + \text{Rp } 2000.X_3 + \text{Rp } 650.X_4 + \text{Rp } 800.X_5 \\ &= \text{Rp } 400.(3.566.746) + \text{Rp } 500.(142.238) + \text{Rp } 2000.(19.672) + \\ &\quad \text{Rp } 650.(1.460.579) + \text{Rp } 800.(326.370) \\ &= \text{Rp. } 2.747.634.000,- \end{aligned}$$

Ternyata hasil ini cocok dengan output *WIN QSB* (= Rp. 2.747.634.000,-) \longrightarrow valid

Kendala Kapasitas Produksi

$$\begin{aligned} &= X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 5.520.000 \\ &= (3.566.746) + (142.238) + (19.672) + (1.460.579) + (326.370) \\ &= 5.515.605 \\ &5.515.605 \leq 5.520.000 \end{aligned}$$

Ternyata hasil ini lebih kecil dengan batas kanan kendala kapasitas produksi yaitu $5.515.605 \leq 5.520.000 \longrightarrow$ valid

Kendala Ketersediaan Bahan Baku

- Abu Batu

$$\begin{aligned} &= 0,79 X_1 + 1,43 X_2 + 40,15 X_3 + 2,9 X_4 + 4,79 X_5 \leq 10.521.840 \\ &= 0,79 (3.566.746) + 1,43 (142.238) + 40,15 (19.672) + 2,9 (1.460.579) + 4,79 (326.370) \\ &= 9.609.952 \\ &9.609.952 \leq 10.521.840 \end{aligned}$$

Ternyata hasil ini lebih kecil dengan batas kanan kendala ketersediaan bahan baku Abu Batu yaitu $9.609.952 \leq 10.521.840 \longrightarrow$ valid

- Semen

$$\begin{aligned} &= 0,57 X_1 + 0,65 X_2 + 9,18 X_3 + 1,06 X_4 + 0,75 X_5 \leq 4.123.180 \\ &= 0,57 (3.566.746) + 0,65 (142.238) + 9,18 (19.672) + 1,06 (1.460.579) + 0,75 (326.370) \\ &= 4.099.080 \\ &4.099.080 \leq 4.123.180 \end{aligned}$$

Ternyata hasil ini lebih kecil dengan batas kanan kendala ketersediaan bahan baku Semen yaitu $4.099.080 \leq 4.123.180 \longrightarrow$ valid

- Air

$$\begin{aligned} &= 0,2 X_1 + 0,2 X_2 + 1,25 X_3 + 0,3 X_4 + 0,45 X_5 \leq 1.628.215 \\ &= 0,2 (3.566.746) + 0,2 (142.238) + 1,25 (19.672) + 0,3 (1.460.579) + 0,45 (326.370) \end{aligned}$$

$$= 1.351.427$$

$$1.351.427 \leq 1.628.215$$

Ternyata hasil ini lebih kecil dengan batas kanan kendala ketersediaan bahan baku Air yaitu $1.351.427 \leq 1.628.215 \longrightarrow \text{valid}$

- Pasir

$$= 2,29 X_1 + 1,95 X_2 + 12,35 X_3 + 0,1 X_4 + 4,79 X_5 \leq 11.176.350$$

$$= 2,29 (3.566.746) + 1,95 (142.238) + 12,35 (19.672) + 0,1 (1.460.579) + 4,79 (326.370)$$

$$= 10.397.532$$

$$10.397.532 \leq 11.176.350$$

Ternyata hasil ini lebih kecil dengan batas kanan kendala ketersediaan bahan baku Pasir yaitu $10.397.532 \leq 11.176.350 \longrightarrow \text{valid}$

- Batu Pecah

$$= 0,63 X_1 + 0,71 X_2 + 11,16 X_3 + 0,1 X_4 + 0,1 X_5 \leq 3.210.860$$

$$= 0,63 (3.566.746) + 0,71 (142.238) + 11,16 (19.672) + 0,1 (1.460.579) + 0,1 (326.370)$$

$$= 2.746.274$$

$$2.746.274 \leq 3.210.860$$

Ternyata hasil ini lebih kecil dengan batas kanan kendala ketersediaan bahan baku Batu Pecah yaitu $2.746.274 \leq 3.210.860 \longrightarrow \text{valid}$

Kendala Budget Bahan Baku

$$= \text{Rp. } 900 X_1 + \text{Rp. } 1.000 X_2 + \text{Rp. } 14.250 X_3 + \text{Rp. } 1.350 X_4 + \text{Rp. } 1.500 X_5 \leq \text{Rp. } 6.100.867.130,-$$

$$= \text{Rp. } 900 (3.566.746) + \text{Rp. } 1.000 (142.238) + \text{Rp. } 14.250 (19.672) + \text{Rp. } 1.350 (1.460.579) + \text{Rp. } 1.500 (326.370) \leq \text{Rp. } 6.100.867.130,-$$

$$= \text{Rp. } 6.100.867.130,- \leq \text{Rp. } 6.100.867.130,-$$

Ternyata hasil ini sama dengan batas kanan kendala budget bahan baku yaitu $\text{Rp. } 6.100.867.130,- \leq \text{Rp. } 6.100.867.130,- \longrightarrow \text{valid}$

Kendala Permintaan Produk

$$\begin{aligned} \text{- Paving Block : } X_1 &\leq 3.566.746 \\ 3.566.746 &\leq 3.566.746 \end{aligned}$$

Ternyata hasil ini sama dengan batas kanan kendala permintaan Paving Block yaitu $3.566.746 = 3.566.746 \longrightarrow \text{valid}$

$$\begin{aligned} \text{- Paving TU : } X_2 &\leq 142.238 \\ 142.238 &\leq 142.238 \end{aligned}$$

Ternyata hasil ini sama dengan batas kanan kendala permintaan Paving TU yaitu $142.238 = 142.238 \longrightarrow \text{valid}$

$$\begin{aligned} \text{- Kanstein} & : X_3 \leq 19.672 \\ & 19.672 \leq 19.672 \end{aligned}$$

Ternyata hasil ini sama dengan batas kanan kendala permintaan Kanstein yaitu $19.672 = 19.672 \longrightarrow \text{valid}$

$$\begin{aligned} \text{- Genteng} & : X_4 \leq 1.460.579 \\ & 1.460.579 \leq 1.460.579 \end{aligned}$$

Ternyata hasil ini sama dengan batas kanan kendala permintaan Genteng yaitu $1.460.579 = 1.460.579 \longrightarrow \text{valid}$

$$\begin{aligned} \text{- Batako} & : X_5 \leq 326.370 \\ & 326.370 \leq 326.370 \end{aligned}$$

Ternyata hasil ini sama dengan batas kanan kendala permintaan Batako yaitu $326.370 = 326.370 \longrightarrow \text{valid}$

Karena fungsi tujuan dan fungsi kendala semua valid maka model *De Novo Programming* yang dibuat sudah valid.

7.3 Perbandingan Hasil Profit

Setelah mengetahui rencana produksi dari kedua model maka hasil rencana produksi dan *profit* yang diperoleh tersebut dapat dibandingkan. Tabel di bawah ini menunjukkan perbandingan antara *profit* yang diperoleh dari produksi riil perusahaan dengan menggunakan model *De Novo Programming* sebagai berikut :

Tabel 7. Perbandingan *Profit* Riil Perusahaan dan Metode *De Novo Programming*

Profit Riil Perusahaan (Rp)	Profit Metode <i>De Novo Programming</i> (Rp)
2.742.079.900,-	2.747.634.000,-

Dari tabel diatas, keuntungan yang diperoleh perusahaan secara riil yaitu sebesar Rp. 2.742.079.900,- dan keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan metode *De Novo Programming* sebesar Rp. 2.747.634.000,-. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *De Novo Programming* dapat memberikan solusi yang terbaik dan keuntungan yang diperoleh lebih besar daripada keuntungan yang diperoleh perusahaan secara riil.

7.4 Analisa Perbedaan Perencanaan Produksi Dengan Kondisi Riil Perusahaan Dan Dengan *De novo Programming*

Adapun hasil pembahasan yang diperoleh dari penelitian terhadap perusahaan udang didapat data riil perusahaan mengenai perencanaan produksi dan hasilnya tentang data produksi dari bulan Januari sampai dengan Desember 2008 disertai data hasil perhitungan dengan metode *De Novo Programming*

Dari analisa diatas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perbandingan *profit* yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini :

Tabel 8. Profit Riil Perusahaan dan Metode *De Novo Programming*

Profit Riil Perusahaan (Rp)	Profit Metode <i>De Novo Programming</i> (Rp)	Selisih Keuntungan (Rp)
2.742.079.900,-	2.747.634.000,-	5.554.100,-

Dari tabel diatas, keuntungan yang diperoleh perusahaan secara riil yaitu sebesar Rp. 2.742.079.900,- dan keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan metode *De Novo Programming* sebesar Rp. 2.747.634.000,- dengan selisih keuntungan sebesar Rp. 5.554.100,-. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *De Novo Programming* dapat memberikan solusi yang baik dan keuntungan yang diperoleh lebih besar daripada keuntungan yang diperoleh perusahaan secara riil.

2. Perencanaan produksi yang harus dilakukan perusahaan dengan mengacu pada metode yang dipilih (*De Novo Programming*) adalah jumlah produksi produk Paving Block sebanyak 3.566.746 unit, Paving TU sebanyak 142.238 unit, Kanstein sebanyak 19.672 unit, Genteng sebanyak 1.460.579 unit, dan Batako sebanyak 326.370 unit.

VIII. KESIMPULAN

Setelah data diolah, dianalisa dan dibahas pada bab IV maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Dengan produksi secara riil, perusahaan memperoleh keuntungan sebesar Rp. 2.742.079.900,- dan Metode *De Novo Programming* memperoleh keuntungan sebesar Rp. 2.747.634.000,- dengan selisih Rp. 5.554.100,- maka dengan menggunakan metode *De Novo Programming*, perusahaan dapat mengoptimalkan rencana produksi dan mengefisiensi pemakaian bahan baku sehingga diperoleh keuntungan yang maksimal. Rencana produksi dengan metode *De Novo Programming*, menghasilkan produk beton cetak yaitu :

- a. Paving Block sebanyak 3.566.746 unit
- b. Paving TU sebanyak 142.238 unit
- c. Kanstein sebanyak 19.672 unit
- d. Genteng sebanyak 1.460.579 unit
- e. Batako sebanyak 326.370 unit

IX. DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofjan, 1993, **Manajemen Produksi dan Operasi**, Edisi Keempat, BPFE - UI, Jakarta.
- Handoko, T.H., Pangestu Subagyo, 1995, **Dasar – dasar Operation Research**, Edisi 2, BPFE - UGM, Yogyakarta.
- Mulyadi., Drs, 1983, **Akuntansi Biaya, Penentuan Harga Pokok dan Pengendalian Biaya**, BPFE - UGM, Yogyakarta.
- Siagian, P. 1987. **Penelitian Operasional, Teori dan Praktek**. UI. Jakarta.
- Suhariyanti, Dwi, 2007, **Perencanaan produksi dengan menggunakan metode *De Novo Programming* untuk memperoleh keuntungan yang maksimal di PT. Keramik Diamond Industries**, Teknik Industri – UPN Jatim, Surabaya.
- Supriyono, Drs. R.A. S.U., 1983, **Akuntansi Biaya dan Penentuan Harga Pokok dan Pengendalian Biaya**, Edisi 7, BPFE – UGM, Yogyakarta.
- Tabucanon, Mario. T, 1988, **Multiple Criteria Making in Industry**, Elsevier Science, Publishing Company Inc, New York.
- Usry. Milton F., Lawrence H. Hammer, 1990, **Akuntansi Biaya Perencanaan dan Pengawasan (*Cost Accounting*)**, Erlangga, Jakarta.
- Yamit, Zulian, 2003, **Manajemen Produksi dan Operasi**, EKONISIA – FE UII. Yogyakarta.